



PROJEKT WYKONAWCZY
SYSTEMU FOTOWOLTAICZNEGO O MOCY 9,0 KW
W BUDYNKU POLANOWSKIEGO OŚRODKA
KULTURY I SPORTU

Obiekt: Budynek Polanowskiego Ośrodka Kultury i Sportu
w Polanowie – kategoria IX

Adres: 75-010 Polanów, ul. Polna 4
Działki nr 109/2, 108 i 76 obręb 004 Polanów

Branża: Elektryczna

Inwestor: Gmina Polanów
76-010 Polanów, ul. Wolności 4

Zespół projektowy	Imię i nazwisko – nr uprawnień	Podpis
Opracował:	mgr inż. Andrzej Majkowski 57/W/98	
Projektant:	mgr inż. Piotr Halamski WPK/0243/POOE/15 WKP/IE/0516/07	

Koszalin, kwiecień 2024 r.



DELTA

Biuro Audytora Energetycznego

75-411 Koszalin, ul. Partyzantów 17, tel.: 094 342 54 64 biurodelta@wp.pl

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Obiekt: Budynek Polanowskiego Ośrodka Kultury i Sportu
w Polanowie

Adres: Polanów ul. Polna 4, działka nr 109/2, 108 i 76 obręb 004 Polanów

Inwestor: Gmina Polanów
76-010 Polanów, ul. Wolności 4

BRANŻA: ELEKTRYCZNA

Kategoria obiektu budowlanego: IX

PROJEKTANT: mgr inż. Piotr Halamski
WPK/0243/POOE/15
WKP/IE/0516/07

Oświadczam, że projekt wykonawczy termomodernizacji budynku na terenie działek 109/2, 108 i 76 obręb 004 Polanów, został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej (art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo Budowlane (jednolity tekst Dz. U. z 2016r. Nr 207, poz. 290)).

Koszalin, marzec 2024 r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP
1.1. Przedmiot opracowania
1.2. Podstawa opracowania
1.3. Zakres opracowania
2. OPIS TECHNICZNY
2.1. Stan istniejący
2.2. Opis instalacji fotowoltaicznej
2.3. Montaż konstrukcji wsporczej paneli
2.4. Parametry instalacji fotowoltaicznej
2.5. Instalacja prądu stałego
2.6. Instalacja prądu przemiennego
2.7. Podstawowe dane elementów systemu fotowoltaicznego
2.8. Połączenia wyrównawcze
2.9. Ochrona od porażeń
2.10. Ochrona odgromowa paneli fotowoltaicznych
2.11. Układanie przewodów
2.12. Dobór zabezpieczeń
2.13. Przyłączenie systemu fotowoltaicznego do sieci OSD
2.14. Uwagi końcowe
3. RYSUNKI
Rys.1. Rzut parteru – instalacja elektryczna
Rys.2. Rzut dachu – rozmieszczenie paneli fotowoltaicznych
Rys.3. Schemat instalacji fotowoltaicznej

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznej o mocy 9,0 kW na dachu budynku Polanowskiego Ośrodka Kultury i Sportu w Polanowie, ul. Polna 4, 76-010 Polanów.

1.2. Podstawa opracowania:

- Umowa na wykonanie prac projektowych
- Plan sytuacyjno-wysokościowy
- Projekt budowlany
- Inwentaryzacja i wizja lokalna obiektu
- Obowiązujące przepisy i normy.

1.3. Zakres opracowania:

- Instalacja modułów fotowoltaicznych,
- Instalacja prądu stałego DC,
- Inwerter,
- Instalacja prądu przemiennego AC,
- Instalacja połączeń wyrównawczych,
- Ochrona przeciwpożarowa, przeciwporażeniowa i przeciwprzepięciowa.

2. OPIS TECHNICZNY.

2.1. Stan istniejący.

Budynek Polanowskiego Ośrodka Kultury i Sportu zasilany jest z sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia 0,4 kV ENERGIA–OPERATOR S.A. za pośrednictwem złącza zlokalizowanego na południowozachodniej ścianie budynku.

Dane przyłącza:

Moc przyłączeniowa	- 6 kW w układzie trójfazowym
Zabezpieczenie przedlicznikowe	- 16 A
Układ sieci zasilającej	- TNC
Układ sieci odbiorczej	- TNS

2.2. Opis instalacji fotowoltaicznej.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna stanowi źródło energii odnawialnej (OZE) klasyfikowane jako mikroinstalacja (o mocy mniejszej niż 50 kW). Wyprodukowana energia zostanie zużyta na potrzeby własne budynku a nadwyżki będą oddane do zewnętrznej sieci elektroenergetycznej dzięki połączeniu on-grid z siecią OSD ENERGIA-OPERATOR S.A.

To połączenie wymusza spełnienie wymogów przez mikroinstalację określonych przepisami, normami oraz instrukcją ruchu i eksploatacji sieci dystrybucyjnej, w tym zabezpieczenie przed pracą wyspową instalacji fotowoltaicznej. Ilość energii (nadwyżka) wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną i oddanej do sieci zewnętrznej jest rejestrowana przez licznik dwukierunkowy na przyłączy budynku.

2.3. Montaż konstrukcji wsporczej paneli.

Panele należy przymocować do konstrukcji wsporczej z profili aluminiowych lub stalowych zabezpieczonych przed korozją (magnelis, stal nierdzewna), zakotwioną do dachu za pomocą systemowych płyt stalowych zgrzanych z papą. W załączniku propozycja rozwiązania montażu stelaży do dachu. Nie jest akceptowany system balastowy lub zastosowanie kotew mocowanych do konstrukcji dachu.

2.4. Parametry instalacji fotowoltaicznej.

- Rodzaj paneli – moduł monokrystaliczny 500 Wp, 18 sztuk.
- Moc maksymalna układu – 9.000 Wp.
- Napięcie na wyjściu instalacji – 230/400 V, 50 Hz (3~)
- Moc znamionowa inwertera – 8.000 W.
- Rodzaj połączenia z siecią – on-grid.
- Szacowana produkcja energii – 8.500 kWh/rok.

2.5. Instalacja prądu stałego.

Panele fotowoltaiczne zostały zaprojektowane na dwóch częściach dachu budynku Polanowskiego Ośrodka Kultury i Sportu od strony południowej. Panele w niższej części w ilości 12 sztuk, natomiast na wyższej części w ilości 6 sztuk zostaną przymocowane bezpośrednio do dachu na systemowej konstrukcji wsporczej ustalającej optymalny kąt nachylenia 35°. Konstrukcja dachu drewniana kryta papą.

Panele fotowoltaiczne połączone w dwa łańcuchy po 9 paneli na łańcuch, łańcuchy podłączyć do skrzynki zabezpieczenia pożarowego i dalej do rozdzielnic RDC dedykowanym przewodem solarnym o przekroju 4 mm² z osprzętem MC4 (gniazda, wtyczki). Łańcuchy poprzez układ zabezpieczeń zostaną podłączone do dwóch trackerów MPP inwertera. Przewód pomiędzy panelami przymocować do konstrukcji wsporczej bez luzów w celu wyeliminowania ruchu przewodów pod wpływem wiatru. Przewody do zabezpieczenia pożarowego ułożyć w korytkach stalowych ocynkowanych. Oznaczenie przewodów: biegun dodatni (plus) – czerwony, biegun ujemny (minus) – czarny, połączenia wyrównawcze i uziemienie – żółto-zielony.

2.6. Instalacja prądu przemiennego.

Do zamiany prądu stałego z paneli fotowoltaicznych na prąd przemienny trójfazowy zaprojektowano inwerter o mocy znamionowej 8,0 kW zainstalowany na ścianie w pomieszczeniu kotłowni z pompami ciepła. W kotłowni przy inwerterze zainstalować również rozdzielnicę prądu stałego RDC i rozdzielnicę prądu przemiennego RAC. W rozdzielnicy RDC umieścić zabezpieczenia przeciwprzepięciowe typu T1 + T2 i rozłączniki bezpiecznikowe z wkładkami dla prądu stałego, dedykowanymi dla instalacji fotowoltaicznych typu gPV. W RAC umieścić zabezpieczenie nadmiarowo prądowe, ochronnik przeciwprzepięciowy typu T1 + T2, licznik energii wyprodukowanej przez instalację oraz stycznik sterowany czujnikiem zaniku faz i asymetrii zabezpieczający instalację przed pracą wyspową.

Z rozdzielnicy RAC wyprowadzić przewód typu YKY 5x4mm² i przez rozłącznik bezpiecznikowy w wkładkami 16 A gG podłączyć do rozdzielnicy RG budynku zlokalizowanej w holu wejściowym.

2.7. Podstawowe dane elementów systemu fotowoltaicznego.

2.7.1. Panel fotowoltaiczny:

- Moc maksymalna P_{MPP}	- 500 Wp
- Sprawność STC	- 21,1 %
- Prąd zwarcia I_{SC}	- 13,93 A
- Prąd znamionowy I_{MPP}	- 13,04 A
- Napięcie punktu pracy U_{MPP}	- 38,35 V
- Napięcie obwodu otwartego U_{OC}	- 45,59 V
- Współczynnik temperaturowy I_{SC}	- + 0,045 % / °C
- Tolerancja mocy	- -0/+5 %
- Wytrzymałość na śnieg	- 5.400 Pa
- Waga maksymalna	- 26 kg

2.7.2. Inwerter.

- Moc znamionowa AC	- 7,8 kW ÷ 8,5 kW
- liczba trackerów MPP	- 2
- Napięcie wyjściowe	- 230/400 V, 50 Hz (3~)
- Zakres napięcia wyjściowego ΔU_f	- 150 ÷ 1000 V
- Napięcie rozpoczęcia pracy	- 200 V
- Moc maksymalna podłączonych paneli	- 16,4 kWp
- Maksymalne napięcie wejściowe DC	- 1000 V
- Maksymalny prąd wejściowy	- 16 A
- Pobór mocy stand-by	- < 1 W
- Stopień ochrony	- IP65

2.7.3. Okablowanie DC.

Kabel dedykowany do instalacji solarnych:

- Przekrój i rodzaj - linka 4 mm²
- Wytrzymałość izolacji - 1,8 kV DC, podwójna izolacja
- System złązek - MC4
- Temperatura pracy - - 40°C ÷ + 90 °C
- Odporność na warunki atmosferyczne - UV, ozon, deszcz, środowisko kwaśne

2.7.4. Ochronnik DC.

- Typ - T1 + T2
- Napięcie znamionowe - 1.000 V
- Prąd wyładowczy 8/20 µs - 20 kA
- Maksymalny prąd wyładowczy 8/20 µs - 40 kA
- Ilość biegunów - 2

Ochronnik podłączyć do szyny połączeń wyrównawczych przewodem typu DY 6mm².

2.7.5 Ochronnik AC.

- Typ - T1 + T2
- Napięcie znamionowe - 230/400 V
- Prąd wyładowczy 8/20 µs - 20 kA
- Maksymalny prąd wyładowczy 8/20 µs - 50 kA
- Częstotliwość znamionowa - 50 – 60 Hz
- Ilość biegunów - 4

Ochronnik podłączyć do szyny połączeń wyrównawczych przewodem typu DY 6mm².

2.8. Połączenia wyrównawcze.

Do wykonania połączeń wyrównawczych zaprojektowano linkę typu LY 6mm². Połączenia wyrównawcze wykonać pomiędzy panelami oraz metalowymi elementami konstrukcji wsporczych paneli. Pakiet 12 paneli połączyć z pakietem 6 paneli dwoma przewodami ze skrajnych narożników. Połączenia wyrównawcze podłączyć do zacisku lokalnego połączenia wyrównawczego (LPW) kotłowni Również do szyny połączeń wyrównawczych w pomieszczeniu kotłowni podłączyć dwa przewody przymocowane do skrajnych wsporników z pakietu 6 paneli.

Zacisk LPW podłączyć do uziomu miejscowego za pomocą bednarki FeZn 25x4 prowadzonej po ścianie zewnętrznej budynku pod ociepleniem. Na podłączeniu wykonać złącze kontrolne. Uziom miejscowy wykonać za pomocą trzech prętów stalowych Φ 16mm pomiedziowanych o długości 3 m. W przypadku nie uzyskania rezystancji uziomu $R_u < 10\Omega$ należy pogrążyć dodatkowe pręty.

2.9. Ochrona od porażeń.

Projektowaną instalację wykonać w układzie TNS. Ochronę podstawową stanowi izolacja przewodów.

Jako dodatkową ochronę od porażeń zastosowano szybkie wyłączenie zasilania uszkodzonych obwodów. Ochrona realizowana jest przez:

- człon zwarciovowy zabezpieczeń instalacyjnych,
- podwójna izolacja przewodów,
- połączenia wyrównawcze.

Po zakończeniu montażu należy wykonać pomiary rezystancji izolacji oraz skuteczności ochrony od porażeń. Pomiary udokumentować stosownymi protokołami.

2.10. Ochrona odgromowa paneli fotowoltaicznych.

Do ochrony odgromowej paneli ułożonych na dachu zaprojektowano układ izolowany o odstępie $L = 0,75$ m, wykonany w następujący sposób: na konstrukcji wsporczej kolektorów słonecznych przymocować wsporniki z materiału izolacyjnego i na nich rozpiąć pręt FeZn $\Phi 8$ mm następnie podłączyć do istniejącej instalacji odgromowej. Odstęp pomiędzy wspornikami powinien wynosić ok. 2 mb. Pręt zwodu należy prowadzić tak, by w żadnych warunkach (pora dnia i roku) nie rzucał cienia na panele. Istniejącą instalację odgromową budynku należy dostosować do minimalnego odstępu $L = 0,75$ m pomiędzy instalacją odgromową a solarną łącznie z przewodami DC i połączeniami wyrównawczymi.

3.7. Ochrona pożarowa instalacji fotowoltaicznej.

W celu ochrony przed porażeniem prądem służb ratunkowych gaszących pożar na terenie posesji, zaprojektowano układ wyłącznika pożarowego, powodującego obniżenie napięcia DC z paneli fotowoltaicznych do 0V. Działanie wyłącznika pożarowego polega na zwarcu przez styki przekaźnika zacisków plus i minus łańcuchów paneli fotowoltaicznych. Realizowane jest to za pomocą wyłącznika pożarowego. Sterowanie wyłącznika jest napięciem podawanym z rozdzielnicy RAC przy inwerterze. Zanik napięcia w obwodzie sterowania powoduje zadziałanie wyłącznika. Układ wyłącznika pożarowego zadziała również przy wciśnięciu przycisku pożarowego zainstalowanego przy wejściu do kotłowni. Wyłącznik podłączyć według DTR urządzenia. Ze względu na to, że projektowana instalacja ma moc większą niż 6,5 kW, przed rozpoczęciem prac montażowych, należy niniejszą dokumentację uzgodnić z uprawnionym specjalistą ds. p.poż. Po zakończeniu robót należy wykonać instalację zgłosić do Państwowej Straży Pożarnej.

2.11. Układanie przewodów.

Przewody instalacji na dachu ułożyć w rurkach osłonowych odpornych na warunki atmosferyczne, UV i środowisko kwaśne. Rurki przymocować do konstrukcji wsporczych trwałymi elementami w taki sposób, by nie leżały bezpośrednio na

pokryciu dachowym oraz nie było luźnych fragmentów które wiatr mógłby wprowadzić w drgania. Przy prowadzeniu rurek należy zachować odstęp izolacyjny $L=0,75m$ od instalacji odgromowej. Przewody wprowadzić w tulejach osłonowych do pomieszczenia technicznego z kotłem olejowym odpowiednio wykonanym i uszczelnionym przepustem przez strop.

Przewód z rozdzielnicy RAC do RG ułożyć w rurce elektroinstalacyjnej na uchwytach po ścianie zewnętrznej pod ociepleniem.

2.12. Dobór zabezpieczeń.

2.12.1. Strona DC.

Do zabezpieczenia nadprądowego instalacji fotowoltaicznej po stronie prądu stałego należy stosować bezpieczniki dedykowane do prądu stałego gdyż bezpieczniki do prądu przemiennego nie zapewniają należytej ochrony. W instalacjach PV prąd znamionowy jest relatywnie bliski prądowi zwarcia, zadziałanie bezpieczników AC może być zbyt wolne.

Bezpieczniki przeznaczone do instalacji fotowoltaicznej charakteryzują się bardzo szybkim czasem przerwania obwodu przy przekroczeniu określonego poziomu natężenia prądu.

Zasada doboru prądu znamionowego wkładek bezpiecznikowych:

$$I_{NDC} \geq I_{SC} / K \times 1,3$$

gdzie: I_{SC} – prąd zwarcia modułu (dane producenta)

K – współczynnik temperatury otoczenia (dla $40^{\circ}C$ $K=0,92$)

$$I_{NDC} \geq 13,93 / 0,92 \times 1,3 = 19,7 A$$

Zasada doboru napięcia znamionowego wkładek bezpiecznikowych:

$$U_N \geq U_{OC} \times n \times 1,2$$

gdzie: U_{OC} – napięcie otwartego obwodu pojedynczego modułu (dane producenta)

n – ilość paneli

$$U_N \geq 45,5 \times 9 \times 1,2 = 491,4 V$$

Dobrano wkładkę typu gPV 20A/1000V DC

2.12.2 Strona AC.

Maksymalny prąd wyjściowy w układzie trójfazowym z inwertera po stronie AC $I_N=11,8$ dla $\cos\varphi=0,95$

Dobrano zabezpieczenie w RAC nadmiarowoprądowe trójbiegunowe $I_{NAC}=16A$ charakterystyki B.

Kabel zasilający z RAC do RG – YKY 5x4 mm² => $I_{DD} = 34A$

$I_{DD} > I_{NAC}$ $34A > 16A$

Spadek napięcia dla $L=30m$; $\Delta U_{\%} = 1\%$

2.13. Przyłączenie systemu fotowoltaicznego do sieci OSD

Ze względu na przyjęty system włączenia projektowanej instalacji fotowoltaicznej w sieć elektroenergetyczną publiczną mają zastosowanie procedury związane z przyłączaniem OZE kwalifikowanych jako mikroinstalację do sieci OSD. Przyłączenie i rozruch technologiczny instalacji muszą zostać wykonane przez osobę posiadającą certyfikat instalatora OZE w zakresie urządzeń fotowoltaicznych lub równorzędne kwalifikacje. Przed przyłączeniem mikroinstalację należy zgłosić do odbioru do operatora sieci dystrybucyjnej (ENERGA OPERATOR S.A.).

Przed wykonaniem projektowanej instalacji fotowoltaicznej o mocy 9 kW należy zwiększyć moc przyłączeniową oraz umowną obiektu według procedury ENERGA OPERATOR S.A., ponieważ moc instalacji fotowoltaicznej nie może przekraczać mocy umownej (obecnie 6 kW).

2.14. Uwagi końcowe.

Całość instalacji wykonać zgodnie z Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót, PBUiE i PN oraz aktualnym stanem wiedzy technicznej. Zastosowane urządzenia powinny posiadać odpowiednie świadectwo dopuszczenia do stosowania. Oprócz sprawdzenia poprawności połączeń elektrycznych oraz działania wszystkich aparatów i urządzeń wykonać pomiary odbiorcze całości instalacji.

Podstawowy zakres pomiarów i prób obejmuje:

- sprawdzenie ciągłości przewodów,
- pomiar rezystancji izolacji,
- sprawdzenie samoczynnego wyłączenia zasilania,
- sprawdzenie ciągłości galwanicznej urządzenia piorunochronnego,
- pomiary rezystancji uziemienia.

Przeprowadzone badania i pomiary udokumentować odpowiednimi protokołami.

Opracował:
Andrzej Majkowski

≡